

As Tecnologias Paralelas e suas Implicações de Segurança Nacional e de Poder Global

Dr. Paul Bracken

SE ACEITARMOS a premissa que os últimos avanços na tecnologia são mais importantes, quando consideramos o posicionamento internacional comparativo na tecnologia informacional, biotecnologia, nanotecnologia e informática quantum, depois perguntaremos logicamente: Podem os EUA manter sua liderança tecnológica nestes campos? Sem dúvida, os desenvolvimentos nestes campos avançados são importantes. A engenharia molecular criará as matérias mais fortes, permitindo aviões mais rápidos e prédios mais altos. A Lei de Moore — devido aos desenvolvimentos tecnológicos na indústria semicondutora, a complexidade dos circuitos integrados duplica a cada 18 meses — impulsionará e difundirá a informática rapidamente.¹ No entanto, um enfoque nas tecnologias avançadas não seria prudente quando se considera as questões de segurança nacional e do poder global. Este tipo de enfoque é muito excludente.

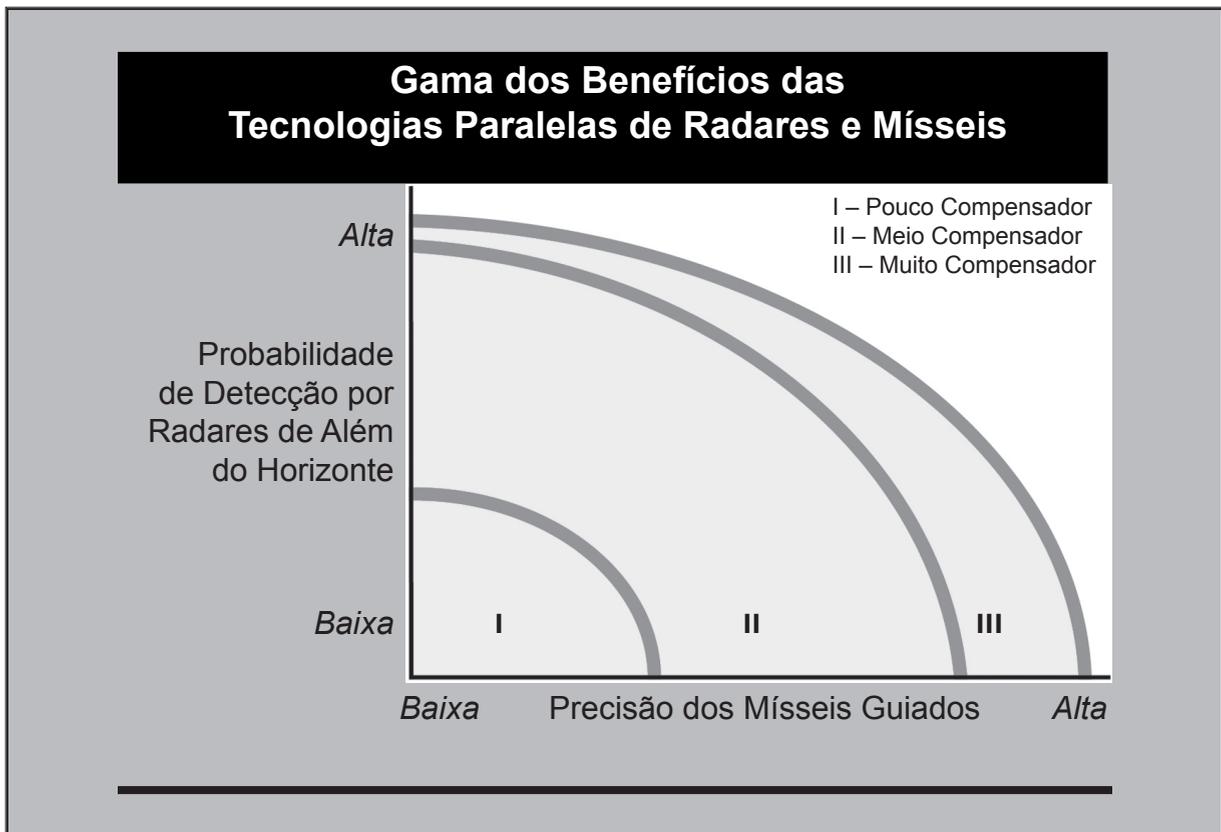
A inovação não é restrita apenas às tecnologias avançadas. Um enfoque na biotecnologia, nanotecnologia e outros avanços tecnológicos desvia a atenção das tecnologias mais velhas e maduras, as quais também produzem muitas inovações que não são consideradas nos foros que tratam do futuro da tecnologia. As tecnologias avançam verticalmente aos níveis mais altos de desempenho e complexidade, contudo também avançam horizontalmente para os novos mercados

e aplicações. Este tipo de inovação se concentra na aplicação da tecnologia e não nos melhoramentos das medidas de desempenho com a velocidade de computação ou o tamanho microscópico.

Quando a Toyota e a Nissan desafiaram a Ford e a General Motors para o domínio do mercado de automóveis na década de 1970, não usaram a tecnologia avançada de robôs. Antes de 1970, a indústria automobilística já era uma indústria madura e todas as grandes empresas tinham a mesma tecnologia. A Toyota e a Nissan importaram a tecnologia dos anos 1960 descartada pelas empresas norte-americanas em Detroit e a aplicaram ao inventário, às equipes de trabalho e ao controle de qualidade. O resultado foi uma surpresa estratégica para as empresas em Detroit. Uma estória semelhante pode ser contada sobre as indústrias de aço e de eletrônicos domésticos na década de 70. Os americanos têm a tendência de só focar num modelo de tecnologia de cada vez. As tecnologias revolucionárias são a moda, mas por mais importante que sejam, não são os modelos universais de mudança. Existem muitos modelos de desenvolvimento tecnológico.

As Tecnologias Paralelas

As tecnologias paralelas são tecnologias maduras que são aplicadas a novos problemas. Para entender o termo “maduro,” pense nas tecnologias maçantes e antiquadas que eram inovadoras



há duas gerações. Tais tecnologias atraem pouca atenção dos cientistas e engenheiros de primeira classe e recebem pouco ou nenhum apoio do governo.

O conceito das tecnologias paralelas surgiu durante a década de 60. Durante um projeto no desenvolvimento econômico da América do Sul, Robert Panero, um engenheiro no Hudson Institute, percebeu que todos os engenheiros norte-americanos acreditavam que todos os bons lugares para aproveitar da hidroeletricidade na América do Sul estavam sendo utilizados. Como resultado, o potencial para a exploração da hidroeletricidade era baixo.² No entanto, Panero pensou em utilizar, como uma alternativa, represas em terras baixas. Uma baixa represa de terra, uma estrutura de 3 a 10 metros de altura feita de terra e concreto usada para reter um rio pequeno, pode dar apoio suficiente para sustentar alguns geradores elétricos. Os engenheiros civis norte-americanos acreditavam que estas represas não mereciam consideração porque não empregavam as gigantes torres concretas de entrada de uma represa grande; sua capacidade de geração elétrica era baixa; não exigiam os talentos de desenho dos engenheiros de

alta-tecnologia e não eram consideradas seguras porque a maioria foi desenhada sem os cálculos elaborados feitos por computadores para medir as tensões e pressões.

O que os engenheiros não viram era que, dado a geografia da América do Sul, muito mais eletricidade pode ser gerada dessas represas baixas do que de umas poucas represas altas. Os rios principais da América do Sul têm milhares de tributários que percorrem as vastas planícies. As represas baixas são fáceis de construir e podem ser bastante seguras se forem reforçadas com mais terra e concreto. Apesar de existir um grande potencial hidroelétrico na América do Sul, isso não era evidente ao ser analisado pela perspectiva convencional de alta-tecnologia. As represas baixas foram ignoradas pela cultura tecnológica que visualizava as represas como obras de enormes muralhas de concreto e de torres de entrada profunda.

A inovação em dois terços do mundo. Quem se importa com os computadores desatualizados, geradores pequenos ou mísseis balísticos da década de 1960? A resposta é que mais ou menos dois terços do mundo se importa com essas

tecnologias porque são mais aptas para essas culturas do que os produtos mais avançados. São mais baratas, mais simples e não requerem sistemas de apoio e instituições praticamente ausentes nas nações menos desenvolvidas.

Hoje, os motores da diesel construídos para os mercados norte-americanos e europeus contêm muitas peças de cerâmica para diminuir o peso e fazê-los mais eficientes no uso de combustível, mas esses super-motores eficazes que não poluem o ambiente tanto quanto os velhos não são muito vendidos na China nem na Índia. Esses mercados precisam de motores baratos que podem ser concertados no campo, sem serem enviados a uma oficina especializada para uma revisão geral. Um país com estradas ruins não precisa de motores cerâmicos; precisa de veículos com eixos e molas fortes.

Aplicar as tecnologias paralelas à segurança nacional é novo. Hoje, nossos adversários potenciais na Ásia estão fazendo exatamente isso — utilizando as tecnologias paralelas para melhorar suas capacidades ofensivas e defensivas. Em particular, estão combinando tecnologias mais antiquadas para criar sistemas de armas eficazes.

As tecnologias paralelas têm um meio de inovação diferente. A inovação ocorre em processos (os automóveis japoneses na década de 1970), em áreas de aplicação (represas de terra baixas) ou na combinação de tecnologias antigas com novas utilizações. Hoje, um exemplo de tecnologia paralela é visto na modernização militar na Ásia, que, em muitos casos, representa uma estória sobre os itens ocidentais descartados, a venda de liquidação de armas russas, a exportação norte-americana de equipamento de segunda mão aos seus aliados e o desenvolvimento autóctone da indústria de mísseis na Coreia do Norte e no Paquistão. Os mísseis são particularmente bons exemplos. Os mísseis da Coreia do Norte são, em sua maioria, inexatos, não são feitos de material

leve e moderno e utilizam sistemas de propulsão antiquados. As peças do motor, feitas de metais, não funcionam nas temperaturas altas e por isso produzem uma propulsão mais baixa do que as válvulas compostas de motores encontradas nos projetos norte-americanos e europeus. No entanto, esses mísseis, pouco atraentes, ainda levarão as cargas letais suficientemente perto dos seus alvos intencionados.

No Ocidente, as discussões sobre as fronteiras tecnológicas tendem ignorar as fronteiras tecnológicas mais antigas porque os formuladores de políticas geralmente perguntam: “Estão ficando atualizados na tecnologia? Estão pesquisando tecnologias revolucionárias? Tais perguntas negligenciam uma visão compenetrada: As mudanças globais de poder nas Forças Armadas e em outras áreas podem acontecer até se os EUA mantiverem sua liderança nas tecnologias avançadas.” Em vez de focar somente nas tecnologias avançadas, devemos perguntar: “Como podem as tecnologias paralelas afetar a competição estratégica entre os EUA e outras nações?” Primeiro devemos reconhecer que existe uma competição, embora seja uma em que os nossos competidores utilizam tecnologias mais antiquadas.

Aplicar as tecnologias paralelas a segurança nacional é novo.³ Hoje, nossos adversários potenciais na Ásia estão fazendo exatamente isso — utilizando as tecnologias paralelas para melhorar suas capacidades ofensivas e defensivas. Em particular, estão combinando tecnologias mais antiquadas para criar sistemas de armas eficazes. Considere a combinação de duas tecnologias paralelas, os radares de além do horizonte e os mísseis guiados. Na década de 70, os EUA desdobraram radares de além do horizonte como parte do seu sistema de alerta antecipado contra lançamentos de mísseis balísticos intercontinentais soviéticos. Basicamente, os radares de além do horizonte operam das extensões das ondas refratadas pela ionosfera. A tecnologia é uma extensão de rádio de alta-distância e de alta-freqüência.

A figura mostra o que os engenheiros chamam de uma “paisagem de inovação” que indica a gama dos benefícios que pode ser adquirida ao combinar os radares de além do horizonte e os mísseis guiados.⁴ Os algarismos romanos I, II e III indicam as regiões de inovação diferentes. Cada um sugere a existência de benefícios ao combinar as duas tecnologias de maneiras diferentes. As três regiões

mostram três benefícios de combinações diferentes onde a precisão do míssil (medida pela probabilidade de erro circular) é suficiente para combinar com os radares de além do horizonte cuja capacidade também é suficiente. Mas suficiente para fazer o que? Podemos medir o benefício de vários modos. O radar de além do horizonte nos EUA proporciona um aviso antecipado contra os ataques de mísseis balísticos intercontinentais, mas também pode rastrear os navios situados a grandes distâncias. O benefício demonstrado na figura (a terceira dimensão do sistema de coordenada x, y e z) pode ser a probabilidade de atingir um navio. A idéia básica é combinar o radar de além do horizonte com os mísseis balísticos para atacar navios. A data de localização seria ligada ao míssil, e a informação de rastreamento seria usada para apontar o míssil guiado ou para ajustar sua trajetória depois de ser lançado. Nesta aplicação, o míssil pode ameaçar os navios até se estiverem localizados a milhares de quilômetros dos radares.

As implicações desta capacidade são consideráveis e são tanto políticas quanto militares. A China, Índia ou Irã poderiam radicalmente alterar o equilíbrio de poder em várias regiões se tivessem esta capacidade. Geralmente, tais afirmações são contestadas por aqueles que duvidam, reivindicando que os países emergentes freqüentemente têm grandes dificuldades de conseguirem que as tecnologias funcionem em conjunto. No entanto, atualmente, os chineses estão usando o tipo de tecnologia, oriunda da década de 70, que gerou os radares de além do horizonte; é só uma questão de tempo até que sejam capazes de construir este tipo de míssil contra embarcações.

A integração de sistemas. A integração de sistemas é mais um assunto quase despercebido nas discussões ocidentais sobre as implicações de tecnologia na segurança nacional e no poder global. Isto é uma falha. A China, a Índia, o Irã e a Coréia do Norte serão importantes competidores militares, não pelo número de mísseis ou radares que possuem nem devido à sua pesquisa e desenvolvimento avançado de tecnologia, mas porque podem organizar as tecnologias antiquadas para formar sistemas coerentes. Se conseguirem vincular as tecnologias mais antigas para formar uma organização eficaz, o todo será maior do que a soma das partes, com grandes implicações estratégicas. Se não conseguirem, permanecerão

poderes militares do segundo nível. Não devemos apostar na última hipótese.

A maioria das análises de tecnologia e poder global nos países emergentes feitas pelos EUA se concentra na pesquisa e desenvolvimento como uma fração do produto interno bruto (PIB); por exemplo, o número de transistores que pode ser colocado num microchip ou avanços no DNA recombinante. Ainda não vi uma avaliação que pesquisasse as tecnologias paralelas e a integração de sistemas.

A sincronização, o acoplamento, a integração horizontal e o controle lateral são palavras raramente encontradas nas avaliações norte-americanas sobre a tecnologia asiática. Ao ser perguntado sobre a capacidade da China de coordenar as forças conjuntas, um oficial superior do governo dos EUA especializado sobre a China disse que nunca serão capazes de consegui-lo. Eu salientei que não sabemos quase nada sobre a capacidade chinesa nessa área; não coletamos essas informações e não temos os modelos para avaliá-la nem o vocabulário para descrevê-la. Ele disse que a habilidade de coordenar os projetos complexos depende da democratização e dos mercados livres, e que só após a modernização democrática, a China seria capaz de integrar os sistemas. Embora bem intencionado, o oficial imprudentemente assumiu que a cultura chinesa era semelhante à dos EUA. A verdade de uma organização depende das categorias e classificações que a organização emprega. Um peixe não sabe que vive na água. Estamos rodeados pelas tecnologias avançadas e submergidos na competição para as tecnologias de ponta e não percebemos as tecnologias desenvolvidas e as seqüências de combiná-las em novas maneiras.

Minimizar as surpresas. O que mais nos surpreende são os eventos em que não temos um vocabulário organizacional. As tecnologias paralelas, que geralmente não são parte do ambiente tecnológico que os americanos reconhecem, estendem-se além das categorias e questões padrões. Os EUA possuem as melhores tecnologias do mundo e podem ficar nesta posição devido ao apoio federal às universidades e à pesquisa e desenvolvimento, que responde à pergunta sobre a liderança em tecnologia; no entanto, nossa proeminência tecnológica não garante a preeminência política nem militar.

A surpresa tecnológica é um resultado de cegueiras que não nos deixam ver certas regiões

do ambiente de inovação. Provavelmente as combinações de tecnologias paralelas surpreender-nos-ão porque não as procuramos. Não avaliamos se podem ou não ser combinadas em sistemas funcionais. O Sputnik é modelo de uma surpresa tecnológica, mas apenas um. A surpresa também surge da inabilidade de considerar as combinações-chave.

As tecnologias avançadas são de muita importância. Em algumas instâncias, é mais fácil substituir completamente os sistemas antiquados com as tecnologias avançadas. Desde que é mais barato utilizar os telefones celulares do que ligar a Ásia inteira com fios de cobre, alguns estabelecimentos militares asiáticos explorarão as características avançadas dos telefones celulares. Os países em desenvolvimento não se absterão de usar as tecnologias avançadas, mas comprá-las-ão apenas em certos casos.

As Implicações

Os analistas devem olhar o todo o ambiente de inovação tecnológica, não apenas as regiões de nossos próprios valores culturais. Em dois terços do mundo o momentum da tecnologia vem dos melhoramentos e das combinações de tecnologias simples. Além do mais, a integração de sistemas de tecnologias paralelas provavelmente será muito mais fácil do que os desafios de integrar os sistemas que enfrentam os EUA. Projetar nossas complexidades em outros países é superestimar os desafios que enfrentam. A maioria dos países está se modernizando, o que significa que gradualmente aprenderão como melhor integrar os sistemas. Talvez não sejam capazes de desdobrar um sistema global de defesa antimíssil, mas podem ser capazes de estabelecer sistemas que negam a liberdade de movimento para os EUA.

Devemos antecipar nosso entendimento destes processos por meio de estudos da competição tecnológica paralela. Na década de 80, o movimento tecnológico apropriado, um esforço sistemático para explorar os estudos da transferência de tecnologia dos países desenvolvidos para os países em desenvolvimento, chegou a muitas percepções fascinantes. Os numerosos casos de competição tecnológica paralela que têm ocorrido no mundo dos negócios também podem ser explorados para percepções.

Os cientistas dos campos mais avançados talvez não consigam descrever muito bem a tecnologia do futuro devido ao seu entendimento profundo dos pormenores da tecnologia de hoje. Na década de 50, na área de informática, havia dois concorrentes, a IBM^{MR} e UNIVAC^{MR}. A UNIVAC empregava os melhores matemáticos e originalmente desenvolveu os computadores. A IBM possuía pessoas de marketing. O resultado é bastante conhecido.⁵

Ignorar as tecnologias paralelas pode resultar numa subestimação séria do potencial de desenvolvimento econômico dos países em desenvolvimento. Na década de 70, a General Motors não previu a entrada da Toyota e a U.S. Steel não reconheceu que a competição viria da Coreia do Sul. As companhias de baixa tecnologia provavelmente podem se modernizar mais rapidamente com as tecnologias paralelas do que as avançadas. É provável que não percebamos a capacidade para a inovação porque da perspectiva dos EUA, essa tecnologia é “atrasada”. Antecipar os efeitos da tecnologia é difícil. Tentar fazer isso sob a perspectiva ocidental é até mais enganador. Precisamos uma estrutura que enfoque mais nas culturas e necessidades da maioria do mundo. Deveremos entender que a tecnologia ocidental difunde para o resto do mundo paralelamente, em vez de revolucionariamente. **MR**

Referências

1. A Lei de Moore (*Moore's Law*) é uma observação empírica que destaca, em resumo, que nossa taxa de desenvolvimento e de avanços do setor de semicondutores, a complexidade dos circuitos integrados, dobra cada 18 meses. Disponível em: www.google.com/search?hl=en&lr=&oi=define&q=define:Moore's+Law, acesso em: 7 de setembro de 2005.
2. MITCHELL, John G., *The Man Who Would Dam the Amazon* (Lincoln, Nebraska: University of Nebraska Press, 1990), pp. 1-40.
3. BRACKEN, Paul, BRANDT, Linda e JOHNSON, Stuart E., *The Changing Landscape of Defense Innovation*, de próxima publicação em *Defense Horizons*, disponível em: www.ndu.edu/ctnsp/defense_horizons.htm, acesso em: 14 de junho de 2005.
4. FLEMING, Lee e SORESON, Olav, "Navigating the Technology Landscape of Innovation," *Sloan Management Review* (Inverno de 2003): pp. 15-23.
5. Ver GODIN, Seth, *Free Prize Inside: The Next Big Marketing Idea* (Nova York: Penguin, USA Portfolio, 2004).

O Dr. Paul Bracken é professor de Administração e de Ciências Políticas na Universidade de Yale. Possui o título de Bacharel pela Columbia University e o de doutor pela Universidade de Yale. Seus artigos recentes tratam da estrutura da segunda era nuclear e da reestruturação da indústria militar dos EUA.